第17卷 第3期　　昆虫学报　　Vol. 17, No. 3
1974年8月　　ACTA ENTOMOLOGICA SINICA　　August, 1974

利用赤眼蜂防治害虫若干技术问题的探讨

广西农学院植保系生物防治研究室

人工繁殖和散放赤眼蜂来防治害虫的工作，近年来在我国不少省、市、自治区已广泛推行，并取得了很好的成效。事实证明，这一方法可作为综合防治某些害虫的一项重要措施。但据了解，有些地方还存在某些技术问题，使防治害虫的效果有时不够理想；如繁殖过程中蜂种退化，繁殖失败等等。若能解决这些问题，这一防治方法将会发挥更大的作用。现将我们历年来在这一工作方面所遇到的一些问题，以及初步解决办法总结报道如下，以供参考。

一、种蜂的采集和培养

（一）采集和试养

赤眼蜂种类颇多，其外形虽然十分相似，且多为多寄主的寄生蜂，但它们的生物学特性彼此仍有很大差异，特别对寄主卵有明显的选择性，这对繁殖累积大量优质蜂群造成一定困难。为了使培养繁殖的蜂群对防治对象具有原来的寄生嗜性，采集种蜂时应自甲种害虫卵采回的蜂经过繁殖后防治甲种害虫，自乙种害虫卵中采回的蜂防治乙种害虫的办法为宜。例如，防治稻纵卷叶螟，其种蜂以采自纵卷叶螟卵的较好。据初步考查得知，田间寄生于纵卷叶螟卵的赤眼蜂至少有四种：即螟黄赤眼蜂（*Trichogramma chilonis* Ishii）[1]，稻螟赤眼蜂（*T. japonicum* Ashmead），松毛虫赤眼蜂（*T. dendrolimi* Matsumura）和澳洲赤眼蜂（*T. australicum* Girault）[1]。第三种亦可在松毛虫卵或玉米螟卵中采到，但采自这两种寄主的松毛虫赤眼蜂作为防治纵卷叶螟的种蜂，其寄生率常常不及采自原寄生于纵卷叶螟卵的蜂为种蜂的高，反之亦然。故种蜂采集和防治对象应强调对口，以免徒劳无功，或事倍功半。

种蜂的采集方法视害虫种类而不同，常用的约有两种：一为直接采集法，即在害虫产卵末盛期采集虫卵(连部分叶片采下)放于玻璃管内，保持一定的湿度，至羽化出蜂时供卵寄生。这种方法适用于寄主产卵密度较高，卵聚产或卵粒较大，产卵位置显露易见的害虫种类，如蔗螟、玉米螟、三化螟、稻苞虫、松毛虫、蓖麻夜蛾、柑桔凤蝶等。二为挂寄主卵诱蜂前来寄生采集法，即先采集较大量的对象害虫的活成虫，放入备有害虫产卵植物的养虫笼内，使其集中产卵，然后把这些有卵植物移挂或放至田间，诱致自然界的赤眼蜂寄生，在害虫卵孵化的前一天，收回虫卵，待蜂羽化后培养繁殖。这方法比较麻烦，但可获得一定数量的发育较为整齐的种蜂。例如纵卷叶螟的卵多散产于禾苗叶背较荫蔽之处，卵粒扁而小，色泽与叶片相似，同一叶片上卵粒较少，采用直接采集法，费工费时较多，且常不

1）澳洲赤眼蜂和螟黄赤眼蜂的学名暂定。

能在短时期内获得足够的种蜂量。其次，这种产于稻叶上的扁小卵粒，采下后由于稻叶易干或霉烂，卵内寄生蜂幼体常不能发育成蜂。为此采集这类害虫卵寄生蜂以第二法为宜。

获得种蜂后，第二步工作为繁殖。虽然蓖麻蚕卵已被公认为繁殖赤眼蜂比较理想的寄主卵，但采到的种蜂立即用蓖麻蚕卵培养，有时也会造成失败。根据我们多年来工作过程中所遇到的教训，概括起来，有几个问题值得注意：一是不寄生，种蜂绝种；二是第一代寄生率很低，以后逐代增加；三是同一时期自同一种害虫卵采回的种蜂培养繁殖后，子代蜂体外形与种蜂不完全相似。所以为了保种和累积足够的蜂数，采得的种蜂，用蓖麻蚕卵大量繁殖之前应进行试养，其法为取部分种蜂用原寄主卵或米蛾卵、麦蛾卵作为寄主卵培养，另部分用蓖麻蚕卵培养。第一代所用的蓖麻蚕卵，最好用剖腹卵，繁殖相当数量后，再全部用正常的蓖麻蚕卵培养。

（二）种蜂的筛选和纯化培养

赤眼蜂为多寄主的寄生蜂，同一种赤眼蜂常可寄生于不同的寄主卵，同一种昆虫卵内亦可有几种赤眼蜂同时寄生。但同一寄主卵内的赤眼蜂仍有某种为主、某种为次，或某一时期这种为主、另一时期另一种为主的现象。例如南宁郊区纵卷叶螟卵的四种赤眼蜂，早稻期以稻螟赤眼蜂为主、螟黄赤眼蜂较少，而至晚稻期则后者较前者为多。松毛虫赤眼蜂全年均有寄生，早稻期和晚稻期的发生量差异不显著。澳洲赤眼蜂至晚稻期则占绝对多数，与松毛虫赤眼蜂的比数约为 80—103:1，有些晚稻田中采得的被寄生的纵卷叶螟卵内全部为澳洲赤眼蜂。为此，应事先调查了解防治对象的卵原有的赤眼蜂种类及发生消长情况，选择利用价值高的赤眼蜂种作为培养繁殖的种蜂。并应在采得种蜂后的试养阶段进行筛选，否则不易达到预期目的。据初步试验和多次考查得知：不同种或不同生态型的赤眼蜂在一定期间内对寄主卵的种类、性质、生活环境的温湿度等的要求和适应性各有不同，若把采得的各种种蜂用统一条件混合培养，会引起种间的生存竞争、自然淘汰，这样连续繁殖，最后其中一种占绝对优势，其余种类绝种或为数很少。如将纵卷叶螟卵羽化出来的螟黄赤眼蜂、稻螟赤眼蜂、松毛虫赤眼蜂和澳洲赤眼蜂混合用新鲜米蛾卵培养，均能获得子代。若用蓖麻蚕卵培养，则因稻螟赤眼蜂不喜在蚕卵产卵寄生，不产子代而绝种。若用品质较差的蓖麻蚕卵培养，后代数量以松毛虫赤眼蜂占绝大多数，说明松毛虫赤眼蜂生态可塑性大，对蚕卵品质的要求没有其他几种赤眼蜂高。而以剖腹蚕卵或优质蚕卵培养，第一、二代时几种几乎能获得相同比数的子代，但继续混合扩大繁殖时，由于松毛虫赤眼蜂对于寄主卵、环境温湿度的适应能力较强，先行产卵寄生，得以充分发挥繁殖力强的特点和优先利用营养条件，其子代数相应的不断较其他几种赤眼蜂为大。1972 年在繁蜂过程中作了初步检查，当时采得的亲本种蜂：松毛虫赤眼蜂与螟黄赤眼蜂（♀蜂为准）的比例约为 1:80，用蓖麻蚕卵混合繁殖至第 5 代，松毛虫赤眼蜂还占少数，至第 6 代开始上升，两者比较，几乎相等，第 7 代后松毛虫赤眼蜂已比螟黄赤眼蜂为多，至第 13 和 14 代松毛虫赤眼蜂已占绝对优势，若继续混合繁殖，螟黄赤眼蜂将全部被淘汰。1973 年又将澳洲赤眼蜂与松毛虫赤眼蜂混合繁殖试验，结果如表 1 和图 1 所示：两者后代蜂数的比例逐代增减，松毛虫赤眼蜂比数由小到大，逐代增大，至第 11 代达到 100%；澳洲赤眼蜂比数由大到小，逐代递减，至第 11 代为 0%。但在同样条件下把松毛虫赤眼蜂和澳洲赤眼蜂分别饲养，连续繁殖至第 18 代，两种蜂的子代数量均为逐代增加，只是繁殖力和繁殖

表 1 松毛虫赤眼蜂同澳洲赤眼蜂混合饲育蜂群数量变动*(1973，南宁)

代别	接蜂 月、日	母代蜂数				子代蜂数			
		总蜂数	澳洲赤眼蜂	松毛虫赤眼蜂	松毛虫赤眼蜂占%	总蜂数	澳洲赤眼蜂	松毛虫赤眼蜂	松毛虫赤眼蜂占%
亲本蜂						766	764	2	0.25
1	7. 8	766	764	2	0.25	4,865	4,820	45	0.92
2	7.18	4,865	4,820	45	0.92	4,626	4,544	82	1.70
3	7.26	4,626	4,544	82	1.70	3,608	3,297	311	8.62
4	8. 4	3,608	3,297	311	8.62	5,624	3,768	1,856	33.00
5	8.13	5,624	3,768	1,856	33.00	6,249	3,204	3,045	48.72
6	8.22	6,249	3,204	3,045	48.72	8,784	2,632	6,152	70.03
7	8.31	8,784	2,632	6,152	70.03	5,061	478	4,583	90.55
8	9.10	5,061	478	4,583	90.55	6,177	98	6,079	98.41
9	9.20	6,177	98	6,079	98.41	6,787	106	6,681	98.43
10	9.28	6,787	106	6,681	98.43	6,139	16	6,123	99.72
11	10. 8	6,139	16	6,123	99.72	2,131	2	2,129	99.91
12	10.20	2,131	2	2,129	99.91	7,083	0	7,083	100

* 室内温度为 26.5±0.59℃。

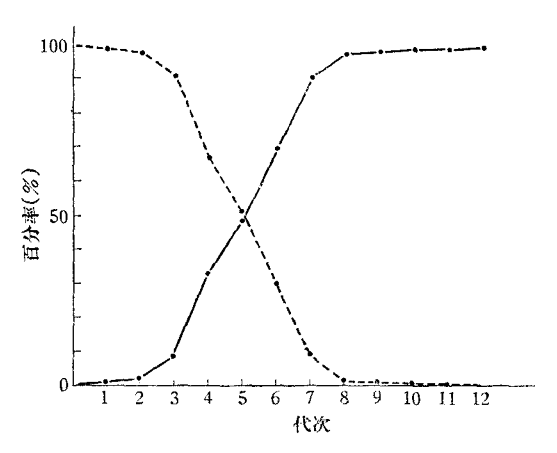


图 1 松毛虫赤眼蜂同澳洲赤眼蜂各世代数量变动

———松毛虫赤眼蜂； - - - - - - 澳洲赤眼蜂

量有不同而已，澳洲赤眼蜂并无因繁殖代次增加、繁殖量逐代减退的现象。而从防治稻纵卷叶螟的效果而言，经试验证明松毛虫赤眼蜂不及其他三种赤眼蜂好。1972 年早稻期参加柳城县沙浦公社应用赤眼蜂防治纵卷叶螟的大田试验，所用蜂种为用蓖麻蚕卵混合繁殖至第 22 代已全部为松毛虫赤眼蜂，连续放四次，每次每亩放蜂量达 40,000 余头，结果螟卵寄生率最高的为 67.7%；而同时期在贵县、钦州、东兴等地用螟黄赤眼蜂、稻螟赤眼蜂、澳洲赤眼蜂，每亩放蜂 20,000 头左右，螟卵寄生率均在80%以上。1973 年在本院农场和田东县试验，晚稻期放蜂，经多次调查，散放松毛虫赤眼蜂区最高寄生率为 80.4% 和 89.76%；散放澳洲赤眼蜂区最高寄生率达到 98.83% 和 96.2%，说明防治稻纵卷叶螟以用螟黄赤眼蜂、澳洲赤眼蜂较好。但对防治蓖麻夜蛾，用松毛虫赤眼蜂和用澳洲赤眼蜂效果相差不大。为了有计划地选用适宜种蜂，在采得种蜂后，必须及时进行筛选和纯化培

养。这项工作，目前我们的做法是：(1)采蜂后的第一代寄生卵单粒分离培养，即将接蜂后第一代寄生卵分粒放于小指形管内，待羽化出蜂后进行鉴别分类，将同一种型的蜂合并繁殖，并分别编号记载该号蜂的主要形态特征、生物学和生态学特点，以供连续繁殖各代所出蜂体性状变化的比对考查，在以后大量繁殖过程中，继续注意杂蜂的分离和淘汰。(2)利用低温处理，把不同种蜂的羽化期错开，方法为将分离繁殖的几个类型的寄生卵在蜂体发育至老熟幼虫阶段放于冰箱 8—10℃ 的低温内，分别经 3、6、9 天后取出，其羽化期就参差不齐，可以避免繁蜂室同时出现几种蜂，造成混合寄生现象。(3)同时饲养几个种蜂，应分别在不同繁殖室内隔离进行。

二、繁蜂工作中存在的几个问题

利用赤眼蜂防治害虫目前最关键的问题是如何在适宜期间内累积大量优质蜂群。根据几年来的试验，繁殖大量的蜂群和培养优质蜂群常常发生矛盾，例如南宁地区在蓖麻蚕卵供应较有保证的情况下，赤眼蜂一年可繁殖 24—25 代，若冬季加温培养，一年可繁殖三十余代。从数量要求而言，累积大量蜂群问题不难解决，但无论何种赤眼蜂，经用蓖麻蚕卵繁殖至二十代以上，其生活力和对原寄主的寄生率均逐渐减退，即质量逐渐变差。其次繁蜂技术、繁蜂场所的环境条件等对繁蜂的质和量亦均有密切关系。兹就我们在繁蜂过程中所遇到的一些问题及解决办法，分别简介如下。

(一) 营养驯化问题

根据试验，目前常见的几种赤眼蜂，除稻螟赤眼蜂外，均可用蓖麻蚕卵作为大量繁殖的寄主卵。但无论在繁殖过程中对蚕卵的寄生率，和散放后对原寄主害虫卵的寄生率，均有时高时低的现象。如用蓖麻蚕卵繁蜂，其寄生率的高低似与繁殖代次有关，即随着培养代数的增加而逐步提高，第一、二代时寄生率很低，若种蜂数量较少的情况下第一代有时甚至完全不寄生。这是繁蜂工作中首先遇到的困难。第一代寄生率低的情况且因原寄主的种类不同而有很大差异，几年来我们作了多次试验，结果如表 2。

表 2　不同寄主来源赤眼蜂用蓖麻蚕卵培养第一代寄生率

原寄主	试验年份	试验次数	供试蚕卵粒数	寄生%	最高一次寄生%
玉米螟	1963	14	4,905	0.89	2.0
	1964	57	14,758	0.39	4.0
柑桔凤蝶	1963	15	2,962	3.34	13.0
	1964	7	2,090	9.18	47.2
枯叶蛾一种	1963	2	64	21.88	28.1
甘薯天蛾	1964	7	1,649	33.16	79.0
蔗二点螟	1964	8	1,522	33.91	68.9
稻纵卷叶螟	1971	3	1,500	0.93	6.0
	1973	31	5,264	2.12	15.1

以后把自蓖麻蚕卵羽化而出的蜂群继续用蓖麻蚕卵培养繁殖，其寄生率一般为渐趋

上升，但增长情况，不同寄主来源的蜂则不相同。如采自玉米螟卵的赤眼蜂 1—9 代的增长率几乎为直线上升，第 8、9 代平均寄生率均在 80% 以上，10 代以后又不稳定，至第 19、20 代达到高峰，平均寄生率为 93% 左右，以后则因生活力减弱，寄生率也随之下降。自甘薯天蛾卵采得的赤眼蜂，虽用蓖麻蚕卵培养，第一代寄生率相当高，平均达 33.16%，但连续用蚕卵繁殖，其寄生率则并不因繁殖代次的增多而成正相关的增长。

经用蓖麻蚕卵繁殖后的赤眼蜂改以原寄主卵培养，其寄生率不仅因原寄主种类不同而有差异，某些种类且因用蚕卵繁殖的代数多少而有不同。如玉米螟卵赤眼蜂用蓖麻蚕卵繁殖至 10 代以上改用玉米螟卵培养，其寄生率远不及第 1—3 代时的高。但甘薯天蛾卵赤眼蜂、枯叶蛾卵赤眼蜂前后代寄生率的差异则不很明显。用蚕卵繁蜂过程中，这种对蚕卵的寄生率按代次由低到高，对原寄主卵的寄生率由高到低的现象，我们称之为营养驯化。这种现象与原寄主卵同蓖麻蚕卵的外形、大小和卵壳厚度的差异程度有关：差异较大，这种现象比较明显，反之则不明显。为了使人工繁殖后的蜂群散放田间获得比较理想的寄生效果，必须注意繁蜂代数，不能只追求数量，无限制的用蓖麻蚕卵繁殖。且应找出各种赤眼蜂用蓖麻蚕卵繁殖代数的有效极限，以利繁蜂工作的计划安排。决定繁蜂代数有效极限的办法，一般为在用蓖麻蚕卵繁殖后寄生率已显著增高并比较稳定时（约繁殖至第 5、6 代时起），取部分蜂用原寄主害虫卵培养，检查其寄生率是否减退和减退程度，以寄生率 20% 为极限，即用蓖麻蚕卵繁殖的某个世代的蜂改用原寄主卵培养后，其寄生率仅 20% 或低于 20%，则不宜继续用蓖麻蚕卵繁殖了[1)]。但在繁蜂计划不够周密的情况下，往往出现繁蜂已至有效极限世代时，尚未到放蜂适期，因此控制低世代的发育又成为人工繁殖散放赤眼蜂防治害虫工作的一项应行注意的技术措施。根据历年的试验和学习有关单位的经验，目前可以采用低温处理法，即将在室温 22—26℃、相对湿度 85% 左右的繁蜂室内接蜂培养后的寄生卵至第四天左右，颜色开始变暗，蜂体已发育至老熟幼虫期时放入 8—10℃的冰箱中保存。一般冷藏 30—50 天取出放于原来温湿度的室内，约经 5—6 天羽化成蜂，羽化率为 80% 左右。贮存过程中，应经常注意，保持适宜的湿度，不能过于干燥，也不能出现水渍状。处理时温度应逐渐降低，特别在夏秋高温期间，以在清晨或夜间放入冰箱为宜。其次，低温保存的历期，须视蜂种、繁殖代数和蜂的生活力强弱来决定。松毛虫赤眼蜂或繁殖世代少的、生活力较强的可适当长些，但一般不宜长过 50 天。同一世代由于低温保存期的长短，其寄生卵粒的出蜂率有明显的差异，如松毛虫赤眼蜂第 6 代进行低温保存历 30—40 天，寄生卵粒出蜂率为 79—84%，经历 50 天的，仅为 58%。

（二）繁蜂用寄主卵的选择

在过去一段时期内培养繁殖赤眼蜂，主要用麦蛾卵作寄主卵。经试验发现蓖麻蚕卵可作为大量繁殖赤眼蜂的寄主卵后，这一工作得以广泛开展。但近年来用蓖麻蚕卵繁蜂的过程中，也发生一些问题需要解决。除"营养驯化"问题以外，不同品系的蚕卵繁蜂效果有差异，某些赤眼蜂尚不能以蓖麻蚕卵培养繁殖，蚕卵在冬期供应不易等等。为此，当前以蓖麻蚕卵作为基本繁蜂寄主卵外，应加强试验寻求新的合乎理想的寄主卵。近年来我们作了一些初步试验，发现白血系的蓖麻蚕卵较黄血系的繁蜂效果好。用白血系卵接蜂

1) 有时这种低寄生率可以延续几个世代。在这种情况下，其繁殖世代的有效极限可随量的要求来决定。

寄生率和羽化率均较高，且耐冷藏，冰冻冷藏五个月的白血系卵取出繁蜂，其寄生率比用新鲜的黄血系卵还高。因此为了提高繁蜂效果，蓖麻蚕卵的选择问题，应予重视。此外，根据用其他几种虫卵的繁蜂效果来看，米蛾卵似可作为补充寄主和复壮用寄主。因米蛾卵繁殖螟黄赤眼蜂、稻螟赤眼蜂、澳洲赤眼蜂、松毛虫赤眼蜂，寄生率均在80%以上。粘虫卵繁殖螟黄赤眼蜂寄生率为 78%，羽化率可达 100%；黄腹灯蛾卵培养澳洲赤眼蜂寄生率有时可达 100%，但寄生卵粒的羽化率仅为 1.4%。这些虫卵作为繁蜂用寄主卵，均有某一方面的优点和缺点，故有进一步进行试验研究的必要。

（三）繁蜂的环境条件

环境条件中对繁蜂效果影响最大的是温湿度和光。当成蜂羽化后至产卵阶段温湿度过高和过低均不利于其产卵寄生。例如夏秋高温干燥季节，繁蜂室内的温度高达 30℃ 以上，相对湿度 65% 以下，羽化的成蜂寿命短：最长三天，最短仅五小时，一般一天左右，产卵量少，寄生率低，为一年中繁蜂工作最困难时期，常导至失败。为了克服困难，除改用玻璃灯罩或大指形管繁蜂外，尚可把成蜂进行短时的低温处理，可延长成蜂的寿命和提高其寄生率。具体做法为将羽化后不久的成蜂放于大指形管内，管口用布包扎，然后把指形管用湿润棉布包好，放在 6—10℃ 的低温箱中，保存 16—98.5 小时，待气温较适宜的情况下取出繁蜂。但低温保存时间的长短，须视蜂群生活力的强弱，经过试验来决定。一般繁殖世代少的蜂生活力较强可长些，世代多的蜂不宜超过 12 小时。兹将玉米螟卵赤眼蜂的试验结果列于表 3。

表 3　高温季节成蜂低温处理后寄生效果 (1963.8)

处理低温 (℃)	处理历期 (小时°分′)	供试蜂代次	供试蜂数	供试蚕卵粒数	寄生 %	接蜂前后 8 小时内平均温湿度	
						温度 (℃)	相对湿度 (%)
6—7	66°45′	7	600	605	85.45	27.0	98
6—7	66°45′	8	500	470	41.10	27.0	98
6—7	98°30′	8	500	535	85.98	27.5	98
10	86°00′	9	500	465	41.92	28.5	89
10	86°00′	23	250	348	4.31	28.5	89
6—7	66°45′	25	450	573	59.51	27.0	98
6—7	42°45′	25	500	570	38.95	27.0	89
6—7	25°30′	25	500	360	17.50	27.5	98
6—7	72°00′	25	500	568	41.20	28.0	92
对照(羽化后即接)		25	500	600	34.33	27.0	98

据初步试验，几种赤眼蜂发育繁殖适宜温湿度范围如表 4。

表 4　几种赤眼蜂发育繁殖的适宜温湿度

种　名	适温范围(℃)	适宜湿度范围(%)
广赤眼蜂	20—30	80—95
松毛虫赤眼蜂	20—30	75—95
螟黄赤眼蜂	21—26	85—95
澳洲赤眼蜂	21—28	75—95

其中以松毛虫赤眼蜂适应性最强,在日平均温度 17.4℃,相对湿度 83% 的繁蜂室内,部分成蜂仍可产卵寄生。

冬春期间,不仅气温较低,并且比较干燥,不利于赤眼蜂的繁殖。所以此时繁蜂,一般需加温加湿;但湿度按表 4 要求外,温度不宜高于 26℃, 以 23—24℃ 较好。

赤眼蜂对光有明显的感应,有向光活动习性,光愈强,活动愈烈。把培育成蜂的玻璃容器置于直射阳光下,则见蜂体爬行不停,而在黑暗情况下则多静伏聚集。因此繁蜂室内光线不宜过强,以免蜂体活动太盛太久,能量消耗过甚,寿命缩短,寄生率减低。

(四) 接蜂时间、次数、方式和繁蜂器具

在繁蜂过程中,成蜂一天中的羽化时间很不一致,上、中、下午均有羽化。同一批寄生卵的成蜂羽化亦有早有迟,一般三天羽化完毕。冬期自开始至结束羽化常可长达 10 天以上。通常接蜂工作在羽化后 2—4 小时内进行,但以上午接蜂的效果最好,蜂群比较宁静,多在寄主卵上爬行,且以触角频频触击卵表,作产卵寄生的试探活动。中午、下午或在强光下,蜂群则多群聚趋向光源,有向光源挣扎逃窜的现象,其寄生率常不及上午接的高。

在适宜环境条件下,每批蜂可繁殖两次,即同批蜂前后可用两张寄主卵片,给蜂产卵寄生。具体做法为在蜂羽化后 2—4 小时,装上或放入寄主卵片,历 8—10 小时后取去,更换新的寄主卵片,让同批蜂继续产卵寄生。每次接蜂历时须根据寄主卵的质量、蜂量、蜂的生活力、繁蜂器具、繁蜂室的温湿度和光等来决定,一般为 10—24 小时,优质寄主卵、蜂量大、第一次接蜂、繁蜂器小、温湿度和光线适宜等情况下,历时应短;反之要长些。蜂与寄主卵(蓖麻蚕卵)的比例,以往沿用 1:1;现经试验查明,各种赤眼蜂的繁殖性能互有不同,繁蜂时蜂与蓖麻蚕卵之比应按不同蜂种的繁殖性能议定,以免浪费寄主卵和出现过寄生现象。例如松毛虫赤眼蜂的繁殖力较澳洲赤眼蜂为强,在同一时期,相同用具和相同繁蜂法用蓖麻蚕卵把两者分别饲养繁殖 8 个世代,进行对比检查。结果表明,在供给过量蚕卵接蜂的情况下,平均一粒母代寄生卵的蜂,能获得子代寄生卵粒数为:松毛虫赤眼蜂最高 45 粒,最低 10 粒,一般 18—21 粒;澳洲赤眼蜂最高 11 粒,最低 2 粒,一般 6—7 粒。据此计算每一子代寄生卵需母代雌蜂数:松毛虫赤眼蜂为 1—1.8 头,澳洲赤眼蜂为 2.9—4.5 头。所以大量繁蜂时,首先应鉴别蜂种,决定蜂与蚕卵的比例;其次,第二次繁蜂的蜂比数应大于第一次。具体来说,繁殖松毛虫赤眼蜂第一次可采用 1:1 的比例,第二次时蜂的比数应增加,即蜂与蚕卵的比例为 3—5:1。繁殖澳洲赤眼蜂的蜂与蚕卵的比例,第一次为 4—5:1,第二次为 6—7:1。这是正常情况下的标准。而若夏秋季繁蜂室内的温度较高,湿度较低,或两次接蜂相隔时间较长,或成蜂的补充营养不足,蜂群的生活力显著减退,寿命较短,第二次繁蜂时蜂的比数更应适当增大,甚至不进行第二次繁蜂。经试验在夏季高温条件下(日平均温度 27.5—30.1℃,最高温度为 34.6℃),成蜂寿命、产卵量、寄生率与补充营养有密切关系,成蜂羽化后喂给蜂乳稀释液或蜂糖稀释液,蜂群的寿命较长,第二次有部分尚能产卵寄生。但仅喂清水和不给补充营养的同批蜂,20 小时后则完全没有产卵寄生活动了,这些蜂一般不宜再作二次繁蜂的种蜂。

繁蜂方式常用的有两种:一为待成蜂羽化一定数量后将蜂群放入已准备好寄主卵片的繁蜂器内;二为当寄生卵少量羽化出蜂时,根据寄生卵片的寄生率、羽化率的高低,按蜂与蚕卵比把寄生卵片放于繁蜂器内。为避免卵片互相堆迭,压住初羽化的蜂,可将种蜂卵

片用图钉压在蜂箱壁板上。前一种方式，成蜂产卵寄生和子代蜂的羽化期均比较齐一。后一种方式比较简便，适用于人少繁蜂任务重的情况，但同一寄生卵片出蜂时间有早有迟，蜂的产卵寄生活动亦有前有后，造成子代蜂羽化期不整齐。且因每一寄生卵的出蜂数很难正确预计，常引起蜂量过大或不足而浪费蜂种或蚕卵的现象。还由于蜂种的不同或繁殖代数的不同，羽化的蜂群雌雄比的差异，不易掌握适宜的蜂量。正常情况下，松毛虫赤眼蜂的性比，雌蜂数远多于雄蜂数，且有与食胚赤眼蜂（*T. embryophagam*）类似的孤雌产雌现象。螟黄赤眼蜂、澳洲赤眼蜂用蚕卵培养至第 10 代以前雌雄比为 6—11:1，属于正常而强盛的蜂群，第 10 代以后，雌雄比不很稳定，有时雄性个体几乎与雌性个体相等。繁殖世代多的蜂群散放防治害虫时效果较差，与雄性个体增加亦有一定关系。

繁蜂器具没有一定的规格和式样，原则上要求无特殊气味，能防止蜂体外逸、透光、操作方便等。常用的有各种繁蜂箱、玻璃管、油灯玻璃罩等。通常在培育种蜂和小量繁蜂时以用玻璃管或灯罩为宜，因为玻璃管等内容积小限制了蜂的活动空间，有强迫成蜂产卵寄生的作用。其次，玻管容易调整和保持内空间的湿度，寄主蚕卵卵壳不会很快干硬，利于成蜂生活和产卵，但长期用这种小型器具繁殖，会使蜂飞翔力减退，影响蜂的质量。因此，大量繁蜂时则应改用繁蜂箱。

（五）蜂种退化和复壮

在室内连续用同一寄主卵繁蜂至若干代后，除可能出现营养驯化现象外，有时尚发生同一批蜂羽化不整齐，羽化率低，蜂体大小不一，有的腹大翅小，飞翔力弱，寿命短，雄蜂数量大增等情况。这种不正常现象均称为蜂种退化。这种蜂群散放田间，寄生率极低，防治害虫的作用不大。引起蜂种退化的主要原因：(1)繁蜂用寄主卵质量不好；(2)在室内较稳定的温湿度条件下较长时期的用同种寄主卵连续繁殖代数过多；(3)连续繁蜂过程中所用繁蜂器较小，每代成蜂没有进行充分的飞翔活动即能获得寄主卵寄生；(4)蜂量与寄主卵的比例不当或接蜂时期过长，造成高度过寄生；(5)收蜂后管理不善。

针对上述原因，防止蜂种退化应抓好以下几方面工作：

1. 控制用同一种寄主卵连续繁蜂的代数，即根据繁殖代数有效极限试验进行控制。若到有效极限世代，蜂量尚感不足必须继续繁殖时，则应考虑用另一种寄主卵(以用原寄主害虫卵相似的虫卵为佳)繁殖一、二代改变其寄生嗜性和驯化现象。

2. 变温锻练。将在适宜温湿度条件下接蜂后 1—2 天的寄生卵片放于室外(不受阳光直射和雨淋)接受自然环境的锻练，当个体发育至中蛹期时取回室内。但在干旱季节放在室外时须注意保湿，以免蜂体干死寄主卵内。

3. 变换繁蜂用器以利成蜂的适当飞翔活动。为了保证和提高繁蜂效果，通常培养种蜂和蜂量较小时的繁蜂均用玻管或火油灯罩作为繁蜂器。这些繁蜂器内空间小，蜂不需要飞翔即可找到寄主卵进行寄生，代复一代，其飞翔力逐渐减退，原来的生活性能产生变异。为了防止退化和复壮蜂种，蜂量繁殖到一定程度应改用空间较大的蜂箱繁蜂，并把寄主卵片放于上方的玻璃面，以减少飞翔力弱的蜂产卵寄生机会，淘汰这些生活力较弱的蜂体。

4. 避免过寄生。繁蜂时蜂数同寄主卵数的比例应根据不同种蜂的特点和前后次的关系来确定，一般第一次的蜂比数应较第二次小。用质量较差的蚕卵作寄主卵时，卵量应

相应增大，以免坏卵无寄生、好卵过寄生。在蜂与蚕卵的比例和温湿度条件适宜情况下，一次接蜂时间不宜超过 12 小时，控制每一蓖麻蚕卵所出的子蜂数不超过 20 头。当蜂群开始出现退化现象时应选择飞翔力、生活力较强的蜂作为繁殖用蜂，并采用成蜂接蜂法，使子代羽化比较整齐，以利进一步复壮筛选。

5. 做好寄主卵(蓖麻蚕卵)的保存工作。目前冷藏的蚕卵，有的质量较好，用来繁蜂后蜂群发育正常，寄生率较高。有的质量较差，卵色变暗，蜂不喜寄生，不仅寄生率低，且子代蜂生活力弱，为蜂种退化的一种表现。因此，做好蚕卵保存工作，亦为防止蜂种退化的一项重要措施。根据各地经验，当前冷藏法中以双层冰封法最好。即把每天收来的蚕卵当天用尼龙袋装好，每袋 1—2 斤，灌满清水，扎好袋口，放入铁桶内再加清水，浸没尼龙袋，使桶水水面高出尼龙袋 2 寸以上，然后把铁桶送入 −15℃左右的冷库内冷藏。这样处理的蚕卵，经过五个月左右取出使用，寄生率一般仍达 45—56.3%，最高达到 61.5%。子代成蜂生活力尚属正常。

三、放蜂和效果检查

经过人工培养繁殖的赤眼蜂对防治害虫是否有效，除在室内检查鉴定外，更重要的须由大田应用效果来验证。为了进一步明确赤眼蜂的利用价值，除曾在防治玉米螟方面做过一些大田试验外，1972 年参加了不同蜂种的三次散放赤眼蜂防治害虫的大田试验：一在柳城县沙浦公社用松毛虫赤眼蜂防治早稻纵卷叶螟；二在南宁郊区蚕业指导所蓖麻地用澳洲赤眼蜂防治蓖麻夜蛾；三在武鸣华侨农场用螟黄赤眼蜂防治晚稻纵卷叶螟。三次试验表明利用赤眼蜂大面积的在田间防治害虫的效果与放蜂技术和有关准备工作的处理当否有密切关系。

（一）放蜂前的准备工作

及时放蜂与及时喷药一样，是保证和提高防治效果的关键。所谓“及时放蜂”，即在害虫产卵始期起进行放蜂。因此，放蜂前首先应调查分析防治对象的产卵期、卵的发育历期及产卵习性，作出预测预报，以利合理安排放蜂适期、放蜂次数和放蜂量等。若预测不准，放蜂失时，防治效果将显著降低。如南宁市郊的蓖麻夜蛾，4 月中旬为第一代始卵期，5 月 15 日为第二代始卵期，5 月21 日为产卵盛期。由于此虫的成虫寿命和产卵期较长，5 月中下旬起至 6 月下旬止田间卵量一直不减退。而我们在 5 月 20 日开始放蜂至 6 月 17 日止共放蜂 6 次，虽然放蜂后虫卵的被寄生率有的高达 89%，但因开始放蜂期太迟，放蜂次数太少，早产的卵仍能孵化为幼虫为害麻叶，害象仍相当严重。这是缺乏正确的测报资料为指导所造成的不良后果。

其次，放蜂前应做好防治对象发生密度和自然寄生率的调查，作为放蜂效果检查和决定放蜂量的依据。

第三，进行所繁蜂群质量抽查，即在每次放蜂前取出该批蜂的寄生卵粒若干置于室内待其羽化出蜂，检查单粒羽化期、羽化率、雌雄比及蜂体的生活力情况，供分析放蜂效果参考。放到田里的卵片至成蜂羽化后，还要抽查实际羽化率，以核实散放的实际蜂数。

（二）放蜂方式方法

常用的放蜂方式有二，一为放成蜂，即当蜂群羽化后散放田间。这种方式有几个缺

点：(1)操作不方便，不适合大面积应用；(2)费时费劳动力多；(3)所放的蜂在田间分布不均匀；(4)产卵寄生有效期短；(5)易受不良环境因素影响而死亡。但在补充放蜂时常可采用这种方式。二为挂放寄生卵，即根据调查和所繁蜂体的发育进度在放蜂适期把寄生卵片，按每亩放蜂量在蜂羽化前一天分点均匀放于田间，每亩设 7—12 点。如在蓖麻地把各点的寄生卵片用细竹签插卷于蓖麻叶背即可。在稻田则须将卵片先放置在两端开斜口的船形小竹筒内，横挂于木棒或竹竿上，插于放蜂点。但在高温干旱的晚稻期，竹筒内温度较高，影响成蜂羽化和活动。贵县桥圩公社贫下中农认为用新鲜蕉叶卷包卵片，夹于竹竿上插于田中，比较简便而安全。此外，蓖麻夜蛾、稻纵卷叶螟等产卵期较长，卵的发育历期较短，虫口密度较大的地区，成虫开始产卵后植株上每天均有新鲜虫卵和刚孵化的幼虫。因此第一次放蜂时每点应混有 2—3 个不同羽化期的寄生卵片，使部分寄生卵的蜂在第一天盛发，部分在第二天、部分在第三天盛发，放蜂后连续几天均有相当数量的蜂羽化。这种方法蜂量加大，或多或少有浪费蜂种的缺点，但从防治害虫总的要求而言，还是符合经济有效原则的。

（三）放蜂次数和放蜂量

根据历年来的调查试验，放蜂次数和放蜂量不可能统一规定，因为这不仅与害虫种类、赤眼蜂种类的不同有密切关系，并且应视害虫发生密度、自然寄生率高低、蜂体的生活力强弱和放蜂期间的气象变化等具体情况进行分析作出决定。原则上对防治那些发生代次比较重迭、产卵期较长、产卵密度较高的害虫，放蜂次数应较多较密，每次放蜂量应较大。如近年来我区各地早稻期的纵卷叶螟害比较严重，南宁一带常年自 4 月下旬起禾苗上随时可见到此虫的卵，5 月份的产卵密度最大。在这种情况下应自 4 月下旬起开始放蜂，每隔 3—4 天放一次，连续放 7—8 次。第一、二次每亩放蜂量 2 万头以上，以后各次可逐渐减少。但若放蜂后田间螟卵寄生率尚在 60% 以下或螟卵密度仍相当大，则应酌情增加放蜂量。此外散放繁殖代数较多的蜂，放蜂量亦应加大。经试验证明除澳洲赤眼蜂外，从稻纵卷叶螟卵采得的松毛虫赤眼蜂也能寄生于蓖麻夜蛾卵。1972 年曾用蚕卵繁殖至 22 代的松毛虫赤眼蜂，散放后蓖麻夜蛾卵被寄生率达 76.8%，比对照区 12.1% 高 64.7%，但放蜂量较大，每亩为 3 万头左右，比散放澳洲赤眼蜂每亩 1—2 万头，寄生率高达 81.4—89.9%，仍有差异。这说明应用不同蜂种，放蜂量也应有不同。总之，我们认为每次放蜂相隔日数应短于防治对象卵的发育历期，放蜂次数应以使害虫某一代成虫整个产卵期田间都有散放的蜂为标准。第一、二次的放蜂量要大，以集中优势兵力，歼灭早期虫源。上风头的田块或放蜂点的蜂量应较下风头的大。

（四）影响放蜂效果的环境因素

放蜂后对防治害虫的效果如何，与蜂种、蜂的质量、放蜂及时与否、放蜂次数和放蜂数量有密切关系。但有时上述条件基本相似的情况下，其效果常因自然环境的不同而异，其中最主要的是放蜂期间的气象变化和小气候条件的差异。如放蜂防治早稻期和晚稻期的纵卷叶螟就有显著的差异，一般以早稻期效果较好，晚稻期较差。其原因是早稻期田间小气候环境比较适合于蜂的生活和活动，晚稻期常为高温干旱季节，挂放的寄生卵片羽化率低，蜂体寿命短。如 1972 年 8 月 24—29 日在武鸣华侨农场所放的三次蜂由于连续晴天，放蜂器(竹筒)内的温度较高，寄生卵粒羽化出蜂率分别为 16.9%，19.4% 和 54.4%，大部

分蜂体死于寄主卵内，比第一次在阴雨天放的羽化出蜂率为 71.6% 低得多。且后三次所放的蜂一部分死于放蜂器内，说明成蜂羽化后尚未飞出放蜂器已经夭亡。因此，在气候条件不适宜的情况下放蜂量应适当加大。若蜂体羽化末盛期适逢暴雨、大阵雨，成蜂亦大量被袭击而死，雨后须立即补放，才能保持一定的防治效果。

（五）效果检查

为了掌握放蜂防治的实际效果，总结提高利用赤眼蜂防治害虫的技术措施，放蜂后经过一定时间应进行效果检查。一是放蜂前后对象害虫卵的寄生率对比调查，二是放蜂区和不放蜂区，放蜂前后对象害虫为害情况的对比调查。卵寄生率的调查法可按害虫种类不同采用自然调查法和人为供寄主卵调查法两种。通常卵的发育历期较长的害虫可以根据田间自然情况采集调查对比，即在放蜂前和后在田间（包括放蜂区和不放蜂区）各采集一定数量的卵，分别检查其寄生率，进行对比，求出放蜂区和不放蜂区放蜂后寄生率的增长幅度，其计算方法为：

$$寄生率(\%) = \frac{总卵粒数-(已孵幼虫数+非寄生性死卵数)}{总卵粒数} \times 100$$

放蜂前后寄生率差 = 放蜂后寄生率 - 放蜂前寄生率（放蜂区和不放蜂区分别计算）

放蜂后增长寄生率 = 放蜂区放蜂后寄生率 -（放蜂区放蜂前寄生率 + 不放蜂区放蜂前后寄生率差）

卵的发育历期较短的害虫，在田间直接采卵检查，放蜂后的寄生率往往比实际偏高。如纵卷叶螟卵期一般 4 天左右，放蜂前为其产卵初期，此时采卵多为新产卵，未被寄生的卵，相对的较多。放蜂后，原来未被寄生的螟卵已孵化为幼虫，被寄生的卵由于尚未发育羽化成蜂，仍留于叶片上，采得寄生卵粒的机会因而较多。为了比较正确的计量放蜂效果，除放蜂后增长寄生率的计算方法中列入减去不放蜂区放蜂前后寄生率差外，尚可用人为供寄主卵调查法，即放蜂前后各在放蜂区和不放蜂区分别在田间插植带有一定数量新产卷叶螟卵的禾苗定期收回，进行检查对比。具体做法为届时捕捉数量较多的纵卷叶螟蛾放于种有禾苗的养虫笼内，使其产卵，然后（根据大田螟卵密度）把带卵禾苗分别分点插于田间，4—5 天后螟卵孵化前收回。检查计算，可减少误差。

寄生率的高低有时不能表明害虫为害程度的轻重。因此，放蜂后农作物被害程度的调查也是防治效果检查不可缺少的一方面工作。这项调查除可采用农药试验效果对比调查法外，还应注意后效作用的调查。1972 年放蜂防治蓖麻夜蛾时，防治效果相当显著，6 月中下旬结束放蜂后不仅蓖麻的被害程度放蜂区比对照区和喷撒化学农药区为轻（后者至6 月下旬无一完叶，全成秃株），而且至 8 月下旬调查放蜂区虽尚有蓖麻夜蛾的大量卵粒和少量幼虫，但卵的寄生率仍达 75% 以上，说明放蜂区赤眼蜂已形成相当强大的群体，足以抑制夜蛾的继续猖獗为害。